

Razvoj softvera za merenje vremena reakcije na vizuelne i zvučne stimulse

Milica Đorđević, Đorđe Novaković, *Member, IEEE*, Majran Urekar, *Member, IEEE*

Apstrakt—Ovaj rad prikazuje softversku aplikaciju koja služi za merenje vremena reakcije korisnika kod prepoznavanja simbola i tonova. Softver je napravljen za desktop uređaje, gde se od ispitanika očekuje da u što kraćem vremenskom periodu odgovori na svaki stimulus od interesa, nakon čega se izračunava prosečno vreme reakcije na iste. Pritom, arhitektura aplikacije je takva da se beleže i impulsivne reakcije nastale neposredno pre pojave samih stimulusa. U izgradnji ovog softvera korišćen je programski jezik Pajton u razvojnom okruženju Visual Studio Code. Za razvoj korisničkog interfejsa korišćena je PyQt5 biblioteka i Qt Designer.

Ključne reči—Softver; Stimulus; Vizuelna stimulacija; Zvučna stimulacija; Pažnja; Vreme reakcije; Pajton; PyQt5.

I. UVOD

Prvu stepenicu u saznavnom procesu kod čoveka predstavlja opažanje (opservacija) spoljašnjeg sveta, a drugu psihički procesi koji podrazumevaju pamćenje, mišljenje, zaključivanje i druge. Od svih mogućih stimulusa koji u svakom trenutku postoje u polju oko čoveka, samo oni koji su najznačajniji ili najdominantniji u odnosu na njegova interesovanja, namere i ciljeve, bivaju registrovani. Pažnja je bazična psihička funkcija koja omogućava selekciju informacija, usmerenost i usredsređenost psihičke aktivnosti na izvesne sadržaje (predmete, pojave, procese) iz neposredne i dalje okoline. Ona je uslov prijema i obrade informacija.

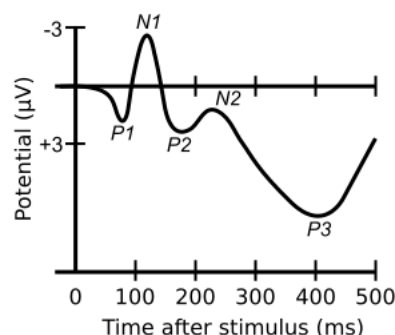
Karakteristika stalnosti ili postojanosti pažnje odnosi se na sposobnost usredsređenosti tokom dužeg vremenskog perioda. Ukoliko je potrebno duže vremena održavati pažnju, na nekom objektu recimo, postoji kolebanje u njenom intenzitetu. Pažnja je dinamična, pa su joj potrebni stalni voljni podsticaji da bi se održala na istoj, i posebno za subjekta neinteresantnoj aktivnosti. Nedostatak pažnje često se javlja među kliničkom populacijom, uključujući one sa poremećajem pažnje sa hiperaktivnošću (ADHD – Attention Deficit Hyperactivity Disorder) i traumatskim povredama mozga (TBI – Traumatic Brain Injury) [1]. Na sreću, pažnja se može tretirati i poboljšati uz odgovarajući kognitivni trening.

U kognitivnoj psihologiji, vremenski interval između predstavljanja stimulusa i pokretanja voljnog motoričkog odgovora naziva se vreme reakcije. Procena vremena reakcije daje predstavu o integritetu i sposobnostima centralnog

nervnog sistema za obradu informacija, a takođe je jednostavan alat za određivanje motoričko-senzornog odnosa kod ispitanika [2]. Komponente pomenutog vremena su: detekcija, identifikacija, odluka i na kraju reakcija.

II. MOTIV I IDEJA

Potencijali vezani za događaje (ERP) su fluktuacije napona koje se snimaju na skalpu i koje su vremenski vezane za događaje. Kao električno polje izazvano protokom informacija u neuronskim mrežama, mere se istim elektronskim uređajima kao EEG. Prošlo je više od pola veka od kada smo prvi put saznali da ređi stimulusi, predstavljeni među češćim, izazivaju u EEG-u pozitivni talas sa tipičnim pikom latence nešto veće od 300 ms (Sl. 1.). Kasnije je utvrđeno da ovaj „zakasneli“ pozitivan potencijal povezan sa događajem, nazvan P300 ili P3, uključuje dve različite komponente, P3a i P3b [3]. Štaviše, pokazalo se čak da ni P3b nije jedinstven talas, već se sastoji od daljih podkomponenti.



Sl. 1. Komponente ERP-a.

Kako je P3 najčešće razmatrana ERP komponenta, a njena tačna struktura je do danas ostala nejasna, došli smo na ideju da smislimo modifikaciju standardnog testa koji se koristi pri snimanju ERP-a (poznatiji kao „Oddball“ paradigma) [4]. Zamisao je da ovaj modifikovani kompjuterizovani test bude predlog za dalje istraživanje podkomponenti i pre svega nađe eksperimentalnu primenu.

Postoji mnogo varijacija testova zasnovanih na Oddball paradigmi, a najčešće se tiču vrste predstavljenih stimulusa. Modifikacija prezentovana u ovom radu ogleda se u dužini vremenskih intervala između određenih događaja, što će dalje biti detaljnije objašnjeno.

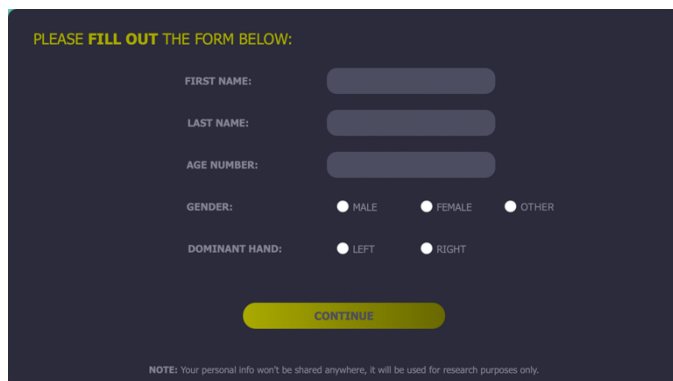
Milica Đorđević – Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: milicadjordjevic.mas@gmail.com).

Đorđe Novaković – Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: djordjenovakovic@uns.ac.rs).

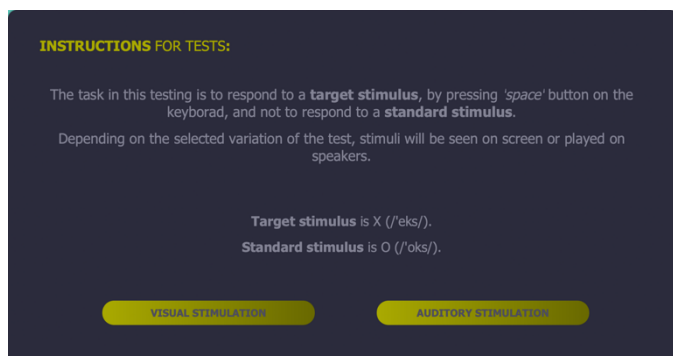
Marjan Urekar – Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: urekarm@uns.ac.rs).

III. OPIS RADA APLIKACIJE

Kroz celu aplikaciju, odnosno sve njene prozore korisniku se daju jasna uputstva za upotrebu, koja ukazuju na ono što se od njega zahteva. Takođe, korisniku je omogućeno da pritiskom na predviđeno dugme prelazi sa jednog prozora na drugi, intuitivno prateći proces ispitivanja. Prolazeći kroz nekoliko prozora grafičkog korisničkog interfejsa, korisnik unosi svoje lične podatke (Sl. 2.), bira jedan od dva ponuđena testa (Sl. 3.), odrađuje test i potom dobija rezultate.



Sl. 2. Prozor sa forma za popunjavanje ličnih podataka.

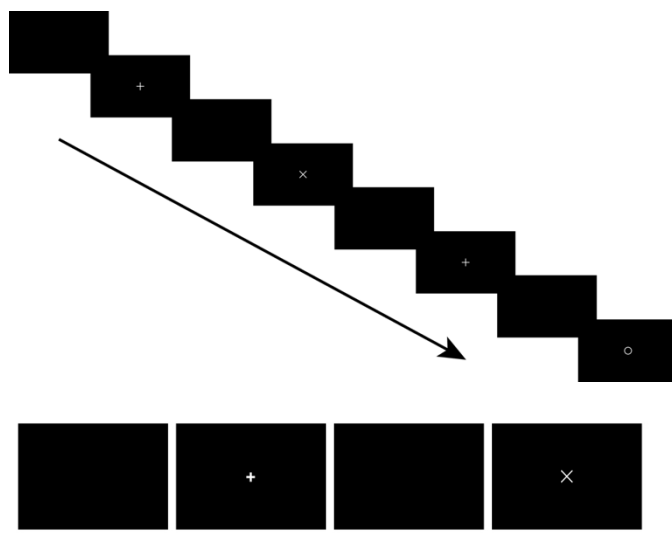


Sl. 3. Prozor sa instrukcijama i izborom testa.

U glavnom delu aplikacije, gde se vrši testiranje, korisnikov senzorni aparat stimuliše se sa 35 stimulusa, vizuelne ili zvučne prirode, od kojih je 24 standardnog karaktera, a 11 devijantnog. Redosled prikazivanja stimulusa je nasumičan. Od korisnika se traži da na svaki devijantni (ređi) stimulus, za koji se u ovoj aplikaciji podrazumeva iks (X), odgovori pritiskom na taster „Space“ na tastaturi računara na kom se vrši testiranje. Pod standardnim (češćim) stimulusom se u ovoj aplikaciji podrazumeva oks (O) i na njega korisnik ne treba da odgovori. Aplikacija meri vreme od generisanja devijantnog stimulusa do korisnikovog odgovora na isti, koje ne bi trebalo da bude duže od 1,5 s. Nakon generisanja svih 35 stimulusa, koristeći zabeležne podatke aplikacija izračunava prosečno vreme koje je korisniku bilo potrebno za davanje adekvatnog odgovora, kao i standardnu devijaciju. Ove vrednosti, zajedno sa ličnim podacima korisnika, smeštaju se u SQL tabelu koja se formira nakon prve upotrebe aplikacije. Svakim narednim testiranjem, dopunjavaće se već postojeća tabela bez kreiranja nove, osim u slučaju da je ona ručno izbrisana ili premeštena iz glavnog direktorijuma programa.

A. Vizuelna stimulacija

Kada se testiranje vrši uz pomoć vizuelne stimulacije, u centru crnog ekrana će se u krug i nasumično prikazivati stimulusi. Osim što je ekran potpuno crn pre i nakon pojavljivanja stimulusa, dodatno se pre svakog stimulusa prikazuje i fiksacioni objekat za fiksiranje pogleda na monitoru. Ovaj fiksacioni objekat se obično implementira u obliku krsta, vodeći računa o odgovarajućem kontrastu u odnosu na pozadinu. Sekvencijalni tok prikazivanja različitih objekata na ekranu može se videti na Sl. 4.



Sl. 4. Primer toka vizuelne stimulacije (gore) i redosled prikazivanja vizuelnih komponenti ispitniku (dole).

B. Zvučna stimulacija

U slučaju testiranja sa zvučnom stimulacijom, umesto prikazivanja iks i oks na ekranu, oni će biti emitovani kao zvučni signali sa zvučnika.

IV. UPOTREBLJENI ALATI

Za realizaciju ove aplikacije korišćen je programski jezik Pajton i njegove biblioteke: PyQt5 [5] i sqlite3 [6].

PyQt5 je sveobuhvatan skup Pajtonovih veza za paket Qt v5, koji omogućava da se Pajton koristi kao alternativa jeziku C++ za razvoj aplikacija na svim podržanim platformama. Uz pomoć pomenute biblioteke i Qt Designer-a napravljen je grafički korisnički interfejs.

Biblioteka sqlite3 korišćena je za kreiranje baze podataka i upisivanje dobijenih vrednosti.

V. STRUKTURA VREMENSKIH INTERVALA

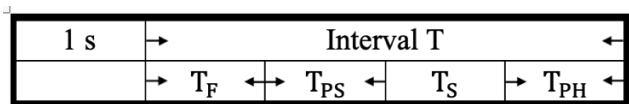
Kako bi se izbeglo formiranje navike kod ispitanika, vremenski intervali između određenih događaja nisu konstantni, već se njihova vrednost generiše kao slučajni parametar između dve granične vrednosti.

Granične vrednosti osnovnog intervala T su 2 s i 4 s, a redom ga sačinjavaju sledeći podintervali (Sl. 5.):

- T_F vreme prikazivanja fiksacionog objekta, graničnih

- vrednosti 200 ms i 600 ms;
- T_{PS} prestimulaciono vreme, graničnih vrednosti 300 ms i 500 ms;
- T_S vreme prezentovanja stimulusa, koje je konstantno i iznosi 200 ms;
- T_{PH} vreme praznog hoda, ono se ne definiše već je posledica prethodno definisanih intervala:

$$T_{PH} = T - T_F - T_{PS} - T_S. \quad (1)$$



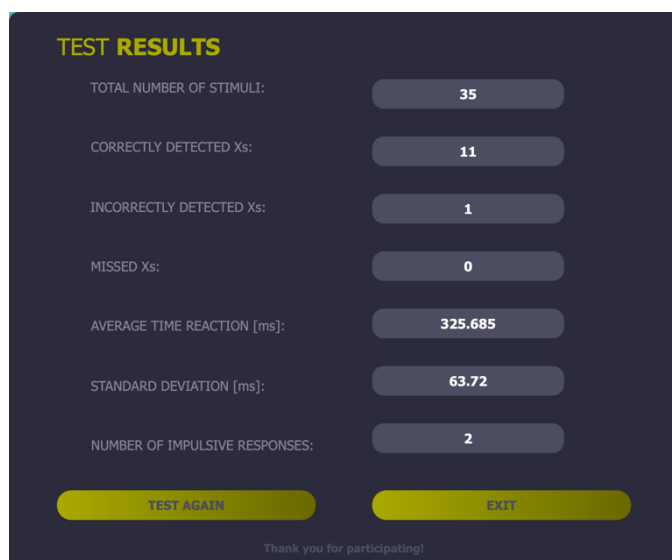
Sl. 5. Prikaz vremenskih intervala

Osnovni intervali odvojeni su jednom sekundom radi lakšeg detektovanja.

VI. REZULTATI

Pored osnovnog zahteva koji podrazumeva izračunavanje prosečnog vremena reakcije na ciljane stimuluse uz standardnu devijaciju, aplikacija beleži još neke bitne podatke (Sl. 6.):

1. broj tačnih odgovora – pritiskanje predviđenog tastera nakon emitovanja devijantnog stimulusa;
2. broj netačnih odgovora – pritiskanje tastera nakon emitovanja standardnog stimulusa;
3. broj propuštenih devijantnih stimulusa – usled isteka vremena koje je predviđeno za odgovor od strane ispitanika;
4. broj impulsnih odgovora – usled pritiskanja tastera tokom prikazivanja fiksacionog objekta ili neposredno pre pojave stimulusa.



Sl. 6. Prozor sa rezultatima testiranja.

Poslednje spomenut podatak predstavlja jednu od inovacija u ovoj vrsti testova, jer može ukazati i na probleme sa impulsivnošću. Takođe, napravljeno je ograničenje kod vremena koje je predviđeno za dobijanje odgovora od strane

ispitanika kako bi se iz razmatranja izuzele ekstremne vrednosti usled slučajnih grešaka.

Srednja vrednost vremena reakcije \bar{x} dobija se deljenjem sume eksperimentalno dobijenih vrednosti x_i sa ukupnim brojem merenja n :

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}. \quad (2)$$

Standardna devijacija s predstavlja meru odstupanja razmatranih vremena reakcije x_i od njihove aritmetičke sredine, odnosno srednje vrednosti \bar{x} , a računa se po sledećoj formuli:

$$s = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}}{n - 1}. \quad (3)$$

VII. DISKUSIJA

U odnosu na zamišljene početne ideje i razvoj aplikacije prilagođene za snimanje evociranih potencijala, napravljen je jedan korak u nazad. Odnosno, realizovana je aplikacija koja meri prosečno vreme reakcije uz standardnu devijaciju i još neke indikatore. Ona svakako može naći primenu u eksperimentalnoj praksi kao prvi korak u ispitivanju potencijalnog uticaja promenljivih vremenskih intervala, u ovom slučaju na prosečno vreme reakcije. Takođe, aplikacija je napravljena tako da je korisniku jednostavna za samostalno korišćenje, pa može naći primenu i kao alat za vežbu u različite svrhe.

Ono što bi za početak moglo da se poboljša, kako bi aplikacija išla u zamišljenom pravcu, jeste grafičko prikazivanje rezultata uz markere kada je predstavljen stimulus i kada je korisnik na njega reagovao.

VIII. ZAKLJUČAK

Merenje vremena reakcije ima široku primenu. Koristi se za procenu zdravstvenog stanja osobe, kao i za praćenje stanja pojedinca tokom njegovog svakodnevnog života radi boljeg obavljanja mentalnih aktivnosti, donošenja odluka i planiranja potrebnih za vožnju, bavljenje sportom i druge aktivnosti koje zahtevaju visok fokus i brzinu.

Vreme reakcije usko je povezano sa pažnjom, osnovnom funkcijom koja je neophodna za obavljanje svakodnevnih aktivnosti, među kojima su učenje, pamćenje, percepcija i rešavanje problema. Zbog toga se pažnja smatra polaznom kognitivnom funkcijom koja ako je oslabljena može dovesti do deficita u drugim kognitivnim domenima.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je podržan od strane Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu, Departmana za energetiku elektroniku i telekomunikacije, u okviru realizacije projekta MPNTR 200156 : „Inovativna naučna i umetnička ispitivanja iz domena

delatnosti FTN-a“.

LITERATURA

- [1] L. Penkman, „Remediation of attention deficits in children: A focus on childhood cancer, traumatic brain injury and attention deficit disorder“. *Paediatric Rehabilitation*, no. 7, 111-123, year 2004.,
- [2] G. K. Lofthus, „Sensorimotor performance and limb preference“, *Percept Mot Skills*, 683-693, year 1981.,
- [3] J. Polich, „Updating P300: an integrative theory of P3a and P3b“, *Clin. Neurophysiol.*, year 2007.,
- [4] B. Bišević, „Varijabilnost amplitude kognitivnog evociranog P300 potencijala dobijenog auditornom oddball paradigmom“, Medicinski fakultet, Univerzitet u Prištini, 2015. godine,
- [5] Python Package Index, "PyQt5" [Online]. Available: <https://pypi.org/project/PyQt5/>,
- [6] Python Documentation, „sqlite3“ [Online]. Available: <https://docs.python.org/3/library/sqlite3.html>.

ABSTRACT

This paper presents a software application that is used to measure user's reaction time when recognizing symbols and tones. The software is made for desktop devices, where respondents are expected to respond to stimulus of interest in the shortest possible time, after which average reaction time is calculated. At the same time, the architecture of the application is such that impulsive reactions that occurred just before the appearance of the stimulus are also recorded. The Python programming language was used for building the application in Visual Studio Code development environment. The PyQt5 library and Qt Designer were used to develop the graphical user interface.

Software development for measuring reaction time to visual and audio stimuli

Milica Djordjevic, Djordje Novakovic, Marjan Urekar